

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/016813

International filing date: 13 September 2005 (13.09.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-267170
Filing date: 14 September 2004 (14.09.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 October 2005 (28.10.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 9 月 1 4 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 2 6 7 1 7 0

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
J P 2 0 0 4 - 2 6 7 1 7 0
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): 国立大学法人東北大学
株式会社東北テクノブレインズ

2 0 0 5 年 1 0 月 1 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】	特許願
【整理番号】	KP160033
【提出日】	平成16年 9月14日
【あて先】	特許庁長官 小川 洋 殿
【国際特許分類】	G03B 21/62
【発明者】	
【住所又は居所】	宮城県仙台市宮城野区高砂2丁目1番11号
【氏名】	内田 龍男
【発明者】	
【住所又は居所】	宮城県仙台市青葉区川内三十人町5-95
【氏名】	片桐 麦
【発明者】	
【住所又は居所】	宮城県仙台市若林区若林1-5-8
【氏名】	川上 徹
【発明者】	
【住所又は居所】	宮城県仙台市青葉区昭和町3-31
【氏名】	石鍋 隆宏
【特許出願人】	
【識別番号】	504157024
【氏名又は名称】	国立大学法人東北大学
【特許出願人】	
【識別番号】	592235008
【氏名又は名称】	株式会社東北テクノブレインズ
【代理人】	
【識別番号】	100099531
【弁理士】	
【氏名又は名称】	小林 英一
【持分の割合】	1/2
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	018175
【納付金額】	8,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

入射光拡散角度領域から入射した光を出射光拡散角度領域に拡散させる拡散フィルムからなるプロジェクションディスプレイ用スクリーンにおいて、前記拡散フィルムは、隣接相互間で異なる屈折率を有して複数のステップインデックス型光導波路をなす複数の層が、フィルム面内の一方向に並んだ縞を形成し、フィルム厚さ方向に対して所定の角度範囲に略トップハット型に分布する層傾き角度の方向に延在する構造を有することを特徴とするプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

【請求項 2】

入射光拡散角度領域から入射した光を出射光拡散角度領域に拡散させる拡散フィルムからなるプロジェクションディスプレイ用スクリーンにおいて、前記拡散フィルムは、隣接相互間で異なる屈折率を有して複数のステップインデックス型光導波路をなす複数の層が、フィルム面内の一方向に並んだ縞を形成し、フィルム厚さ方向に対して所定の角度範囲に 1 または 2 以上のピークを含み該ピーク以外は略トップハット型に分布する層傾き角度の方向に延在する構造を有することを特徴とするプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

【請求項 3】

前記拡散フィルムの構造は、フィルム厚さ L および縞の幅の最大値 y_{\max} が次式を満たすものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

$$L \geq 10 \times y_{\max}$$

【請求項 4】

入射光拡散角度領域から入射した光を出射光拡散角度領域に拡散させる拡散フィルムからなるプロジェクションディスプレイ用スクリーンにおいて、前記拡散フィルムは、フィルム厚さ方向の一部に、層厚さ方向に集光能力を発現する屈折率分布を有する光導波路をなす複数の層が、所定の範囲に略トップハット型に分布する層長さをもってフィルム厚さ方向または該方向から傾いた方向に延在する構造を有することを特徴とするプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

【請求項 5】

前記拡散フィルムの構造は、前記光導波路の屈折率分布がグラジエントインデックス型であり、層の傾き角度 θ 、層長さの最大値 L_{\max} 、最小値 L_{\min} および光導波路のピッチ P が次式を満たすものであることを特徴とする請求項 4 に記載のプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

$$L_{\max} - L_{\min} \geq (P/2) \times \cos \theta$$

【請求項 6】

入射光拡散角度領域から入射した光を出射光拡散角度領域に拡散させる拡散フィルムからなるプロジェクションディスプレイ用スクリーンにおいて、前記拡散フィルムは、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の拡散フィルムと同じ構造の部分と請求項 4 または 5 に記載の拡散フィルムと同じ構造の部分とがフィルム厚さ方向またはフィルム面内方向に混在する構造を有することを特徴とするプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

【請求項 7】

入射光拡散角度領域から入射した光を出射光拡散角度領域に拡散させる拡散フィルムからなるプロジェクションディスプレイ用スクリーンにおいて、前記拡散フィルムは、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の拡散フィルムの構造と請求項 4 または 5 に記載の拡散フィルムの構造とが融合してなる構造を有することを特徴とするプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プロジェクションディスプレイ用スクリーン

【技術分野】

【0001】

本発明は、プロジェクションディスプレイ用スクリーンに関し、特に、製作が簡便にでき、製作コストが低く、しかも高品位な画像表示特性を有するプロジェクションディスプレイ用スクリーンに関する。

【背景技術】

【0002】

プロジェクションディスプレイ用スクリーンに関する従来技術として、特定の角度領域内からの入射光を特定の角度領域内に拡散させる拡散フィルム（例えば非特許文献1参照）からなるリアプロジェクションディスプレイ用スクリーンが存在する（例えば特許文献1参照）。

【0003】

このスクリーンは、従来一般に用いられているフレネルレンズ、レンチキュラレンズ、および拡散フィルムからなるスクリーンと異なり、図10に示すように特定の角度領域内からの入射光を特定の角度領域内に拡散させる拡散フィルムのみからなるため構造が簡単であり低コスト化が容易である、および図11に示すように拡散光強度部分布特性が特定の角度領域内からの入射光に対してほぼ均一であり画面内輝度の変化が少ない、といった非常に有用な特長を備えている。

【特許文献1】 国際公開W O 2 0 0 4 / 0 3 4 1 4 5 号公報

【非特許文献1】 沖田ら：住友化学1991-I、p. 37-48

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

プロジェクションディスプレイ用スクリーンにおいてはその拡散光強度分布特性の任意制御が可能であることが非常に重要であるが、前述のスクリーンにおいてその特性を実現するにあたり重要な役割を果たす拡散フィルムの原理に関して、入射光の回折による拡散モデルが提案されてはいるものの（非特許文献1参照）、そのモデルを用いて拡散光強度分布特性を明確に記述することはできず、拡散光強度分布特性の任意制御は実現されていない。

【0005】

そこで本発明は拡散光強度分布特性の任意制御が可能であり、かつ拡散角度領域が特定の角度領域からの入射光に対して変化しない拡散フィルムの実現を目標とし、それをスクリーンとして用いた高品位プロジェクションディスプレイシステムの提供を目指した。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意検討した結果、光導波路の原理を用い入射光の伝搬方向を面内方向に層状に積層させた平板導波路内で変化させることで、

- 1) 拡散光強度分布特性の任意制御が可能である、
 - 2) 拡散角度領域が特定の角度領域からの入射光に対して変化しない、
 - 3) 入射光のボケが少ない、
 - 4) 高い透過率および低い後方散乱を実現する、
 - 5) 入射光の偏光が保持される、
- という優れた特性を実現する拡散フィルムの構造に想到した。

【0007】

すなわち、本発明は以下のとおりである。

（発明項1） 入射光拡散角度領域から入射した光を出射光拡散角度領域に拡散させる拡散フィルムからなるプロジェクションディスプレイ用スクリーンにおいて、前記拡散フィルムは、隣接相互間で異なる屈折率を有して複数のステップインデックス型光導波路をな

す複数の層が、フィルム面内の一方向に並んだ縞を形成し、フィルム厚さ方向に対して所定の角度範囲に略トップハット型に分布する層傾き角度の方向に延在する構造を有することを特徴とするプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

（発明項２） 入射光拡散角度領域から入射した光を出射光拡散角度領域に拡散させる拡散フィルムからなるプロジェクションディスプレイ用スクリーンにおいて、前記拡散フィルムは、隣接相互間で異なる屈折率を有して複数のステップインデックス型光導波路をなす複数の層が、フィルム面内の一方向に並んだ縞を形成し、フィルム厚さ方向に対して所定の角度範囲に１または２以上のピークを含み該ピーク以外は略トップハット型に分布する層傾き角度の方向に延在する構造を有することを特徴とするプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

（発明項３） 前記拡散フィルムの構造は、フィルム厚さ L および縞の幅の最大値 y_{max} が次式を満たすものであることを特徴とする発明項１または２に記載のプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

【０００８】

$$L \geq 10 \times y_{max}$$

（発明項４） 入射光拡散角度領域から入射した光を出射光拡散角度領域に拡散させる拡散フィルムからなるプロジェクションディスプレイ用スクリーンにおいて、前記拡散フィルムは、フィルム厚さ方向の一部に、層厚さ方向に集光能力を発現する屈折率分布を有する光導波路をなす複数の層が、所定の範囲に略トップハット型に分布する層長さをもってフィルム厚さ方向または該方向から傾いた方向に延在する構造を有することを特徴とするプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

（発明項５） 前記拡散フィルムの構造は、前記光導波路の屈折率分布がグラジエントインデックス型であり、層の傾き角度 θ 、層長さの最大値 L_{zmax} 、最小値 L_{zmin} および光導波路のピッチ P が次式を満たすものであることを特徴とする発明項４に記載のプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

【０００９】

$$L_{zmax} - L_{zmin} \geq (P/2) \times \cos \theta$$

（発明項６） 入射光拡散角度領域から入射した光を出射光拡散角度領域に拡散させる拡散フィルムからなるプロジェクションディスプレイ用スクリーンにおいて、前記拡散フィルムは、発明項１～３のいずれかに記載の拡散フィルムと同じ構造の部分と発明項４または５に記載の拡散フィルムと同じ構造の部分とがフィルム厚さ方向またはフィルム面内方向に混在する構造を有することを特徴とするプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

（発明項７） 入射光拡散角度領域から入射した光を出射光拡散角度領域に拡散させる拡散フィルムからなるプロジェクションディスプレイ用スクリーンにおいて、前記拡散フィルムは、発明項１～３のいずれかに記載の拡散フィルムの構造と発明項４または５に記載の拡散フィルムの構造とが融合してなる構造を有することを特徴とするプロジェクションディスプレイ用スクリーン。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、

- １） 拡散光強度分布特性の任意制御が可能である、
 - ２） 拡散角度領域が特定の角度領域からの入射光に対して変化しない、
 - ３） 入射光のボケが少ない、
 - ４） 高い透過率および低い後方散乱を実現する、
 - ５） 入射光の偏光が保持される、
- という優れた特性を備えたプロジェクションディスプレイ用スクリーンを実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

まず、発明項 1 ないし 3 に記載の拡散フィルム（フィルム (1)）について説明する。

【0012】

図 1 は、フィルム (1) の 1 例を示す模式図である。フィルム (1) 1 は、以下に述べる構造を有することで、入射光拡散角度領域 θ_{in} から入射した光を出射光拡散角度領域 θ_{out} に拡散させることができる。なお、フィルム (1) 1 の厚さ L の方向に平行に z 軸をとり、 z 軸に垂直な面内で互いに直交する x 軸、 y 軸をとった。

【0013】

フィルム (1) 1 は、隣接相互間で異なる屈折率 n_1 、 n_2 ($n_1 > n_2$) を有する層 1_1 、 1_2 がフィルム面内 ($x-y$ 面内) の一方向に交互に並んだ縞 (縞の幅 y_1 、 y_2) を形成し、フィルム厚さ方向 (z 方向) に対して平均傾き角度 θ の方向に延在する構造を有する。ここで、入射光を均一に拡散させるための層 1_1 、 1_2 の縞の幅 y_1 、 y_2 の条件は、フィルム (1) 1 の厚さ L を用いて以下のように表される。

【0014】

$$L \geq 10 \times y_1, \quad L \geq 10 \times y_2$$

層傾き角度 θ_L は、 z 軸に対する層境界の傾き角度で定義され、図 2 に示すように、フィルム (1) 1 の厚さ方向位置により最小傾き角度 ($\theta - \Delta\theta_{max}$) から最大傾き角度 ($\theta + \Delta\theta_{max}$) にかけての範囲内で変化する。ここで、 θ は平均傾き角度、 $\Delta\theta_{max}$ は θ_L のばらつき範囲の $1/2$ であり、層傾き角度 θ_L の座標系 (値の符号) は、図 2 の右側に示すように、水平方向 (z 方向) から左回転方向 (反時計回り) に $+$ 、右回転方向 (時計回り) に $-$ とした。

【0015】

このとき、入射光を均一に拡散させるための平均傾き角度 θ の条件は、屈折率 n_1 を用いて以下のように表される。

【0016】

$$-\sin^{-1}(1/n_1) \leq \theta \leq \sin^{-1}(1/n_1)$$

上記のような構造を有するフィルム (1) 1 内の各層はステップインデックス型光導波路と同等である。かかる層では、入射光を均一に拡散させるための層傾き角度の分布条件は、図 3 に示すように、層傾き角度 θ_L の存在確率が所定の範囲 ($(\theta - \Delta\theta_{max}) \sim (\theta + \Delta\theta_{max})$) でトップハット型 (矩形波状) に分布するというものである。もっとも、実際には完全なトップハット型とするのは困難であるから、本発明では、層傾き角度の所定の範囲での存在確率が、その分布曲線において、プラトー部の存在確率がその平均値の $\pm 40\%$ 以内ではらつくこと、および立上り部と立下り部の各変域幅が分布曲線全体の最尤半値幅の $\pm 30\%$ 以内ではらつくことを許容し、略トップハット型に分布するものと規定した。

【0017】

また、実際には、所定の範囲内での層傾き角度の略トップハット型の分布に 1 個または 2 個以上のピークが混在する場合があるが、この存在確率のピーク値がピークを除いた平均値の 1000% 以下であれば本発明の効果への悪影響は小さいので、かかる場合も本発明に含めた。なお、ピーク個数は 5 個程度以下であることが好ましい。

【0018】

拡散光強度の一様性は層傾き角度存在確率のみでなく層長さにも依存し、層が長くなればなるほど入射光は多重反射を繰り返すことから均一な拡散光強度分布特性が得られる。このためフィルム厚さ L が $50 \times y_{max}$ を超えるような厚いフィルムでは上記許容範囲はさらに大きくなる。

【0019】

以上の条件を満たすフィルム (1) では、これに入射光拡散角度領域から入射した光は出射光拡散角度領域に略一様な光強度で拡散される。

【0020】

ここで、入射光拡散角度領域 θ_{in} は以下の式で表される。

【0021】

$$\text{Min}[\theta_1', \theta_1'', \theta_2', \theta_2''] \leq \theta_{\text{in}} \leq \text{Max}[\theta_1', \theta_1'', \theta_2', \theta_2'']$$

$$\theta_1' = \sin^{-1}[n_1 \times \sin\{\theta + \Delta\theta_{\text{max}} + \cos^{-1}(n_2/n_1)\}] \quad \dots (1)$$

$$\theta_1'' = \sin^{-1}[n_1 \times \sin\{\theta - \Delta\theta_{\text{max}} + \cos^{-1}(n_2/n_1)\}] \quad \dots (2)$$

$$\theta_2' = -\sin^{-1}[n_1 \times \sin\{-(\theta + \Delta\theta_{\text{max}}) + \cos^{-1}(n_2/n_1)\}] \quad \dots (3)$$

$$\theta_2'' = -\sin^{-1}[n_1 \times \sin\{-(\theta - \Delta\theta_{\text{max}}) + \cos^{-1}(n_2/n_1)\}] \quad \dots (4)$$

また、出射光拡散角度領域 θ_{out} は以下のように表される。

【0022】

$$\text{Min}[\theta_1', \theta_1'', \theta_2', \theta_2''] \leq \theta_{\text{out}} \leq \text{Max}[\theta_1', \theta_1'', \theta_2', \theta_2'']$$

... (5)

以上の入射角と出射角の関係を図4に示す。

【0023】

上記角度 $\theta_1', \theta_1'', \theta_2', \theta_2''$ は、次のようにして導出される。

【0024】

フィルム(1)は、ステップインデックス型の光導波路（以下、単に導波路ともいう）が1次元のアレイをなし、層構造を構成しているものであり、この層の方向がバラツキを有しているフィルムである。層の平均方向を θ とし、この θ を中心に $\pm \Delta\theta_{\text{max}}$ だけバラツいたモデルを考える。このモデルで層傾き角度の分布が $(\theta - \Delta\theta_{\text{max}}) \sim (\theta + \Delta\theta_{\text{max}})$ の間で均一にバラツいている場合、 $(\theta - \Delta\theta_{\text{max}})$ で決まる臨界角と、 $(\theta + \Delta\theta_{\text{max}})$ で決まる臨界角の間の角度の光線は多重反射をくりかえし、この間の角度を一樣に埋めてゆくことになる。このメカニズムは、反射面が直線ではなく曲線で構成され、ある方向から入射した平面波（光線）が曲面波（反射面が2次曲線で構成された場合球面波）に変換され、臨界角を超える角度になるとそれ以上反射がほとんど起らず、入射方向には依存しないトップハット的な拡散特性が発現する。このトップハット特性を決めるのが、 $(\theta - \Delta\theta_{\text{max}})$ で決まる臨界角と、 $(\theta + \Delta\theta_{\text{max}})$ で決まる臨界角である。

【0025】

層傾き角度 $(\theta - \Delta\theta_{\text{max}})$ で決まる臨界角には、導波路の上側と下側の2通りあり、同様に、層傾き角度 $(\theta + \Delta\theta_{\text{max}})$ で決まる臨界角にも、導波路の上側と下側の2通りあるため、計4通りの角度が存在することになる。

【0026】

まず、層傾き角度 $(\theta + \Delta\theta_{\text{max}})$ の場合について導出を行う。空気の屈折率を n_{air} 、コア1₁の屈折率を n_1 、クラッド1₂の屈折率を n_2 ($n_1 > n_2$) とし、図14の入射側のフィルム界面でスネル則を適用すると、

$$n_{\text{air}} \times \sin \theta_1' = n_1 \times \sin \theta_3 \quad \dots (A1)$$

次に、コア1₁に入った光がクラッド1₂との上側の界面で全反射するぎりぎりの角度、つまり臨界角は、次式で与えられる。

【0027】

$$n_1 \times \sin\{\pi/2 - \theta_3 + (\theta + \Delta\theta_{\text{max}})\} = n_2 \times \sin 90^\circ \quad \dots (A2)$$

(A1)、(A2)式より、

$$\theta_1' = \sin^{-1}[n_1 \times \sin\{\theta + \Delta\theta_{\text{max}} + \cos^{-1}(n_2/n_1)\}] \quad \dots (A3)$$

次に、導波路の下側の界面で決まる角の導出を行う。図15の入射側のフィルム界面にスネル則を適用すると、

$$n_{\text{air}} \times \sin(-\theta_2') = n_1 \times \sin(-\theta_4) \quad \dots (A4)$$

次に、コア1₁に入った光がクラッド1₂との下側の界面で全反射するぎりぎりの角度（臨界角）は次式で与えられる。

【0028】

$$n_1 \times \sin\{\pi/2 - (-\theta_4) - (\theta + \Delta\theta_{\text{max}})\} = n_2 \times \sin 90^\circ \quad \dots (A5)$$

(A4)、(A5)式より、

$$\theta_2' = -\sin^{-1}[n_1 \times \sin\{-(\theta + \Delta\theta_{\text{max}}) + \cos^{-1}(n_2/n_1)\}] \quad \dots (A6)$$

以上が、層傾き角度 $(\theta + \Delta\theta_{\text{max}})$ の場合の上側、下側のコア/クラッド界面で決まる角 θ_1' と θ_2' の導出である。

【0029】

同様に、層傾き角度 $(\theta - \Delta \theta_{\max})$ の場合、(A3)、(A6)式において $(\theta + \Delta \theta_{\max})$ を $(\theta - \Delta \theta_{\max})$ に置換すればよいので、

$$\theta_1'' = \sin^{-1} [n_1 \times \sin \{ \theta - \Delta \theta_{\max} + \cos^{-1} (n_2/n_1) \}] \quad \dots (A7)$$

$$\theta_2'' = -\sin^{-1} [n_1 \times \sin \{ -(\theta - \Delta \theta_{\max}) + \cos^{-1} (n_2/n_1) \}] \quad \dots (A8)$$

となり、4つの角度の導出が完了する。

【0030】

フィルム(1)では層傾き角度の存在確率により出射光の拡散光強度分布特性が決定される。上記例では入射光をトップハット的な光強度分布で拡散させるために、図3のように層傾き角度の存在確率をトップハット型に分布するものとしたが、同様の物理法則に則った議論により存在確率を略トップハット型(台形型等を含む)に分布するように変化させることで、トップハット的なもの以外(例えば台形型、ガウス分布型等)の所望の拡散光強度分布特性を得ることが可能である。

【0031】

なお、図1～2の例では厚み方向にのみ層傾き角度がばらつき、面内方向には層傾き角度にばらつきを有さないフィルムを示したが、厚み方向のみでなく面内方向にも層傾き角度をばらつかせる、または面内方向にのみ層傾き角度をばらつかせ、上記例と同じ物理法則に則った議論により層傾き角度存在確率を変化させることで、所望の拡散光強度分布特性を得ることが可能である。

【0032】

また、図1～図2の例ではフィルム面を平面としたが、フィルム面が曲面である場合についても、曲面を微小な平面の集まりと考えることで同様に扱うことが可能である。

【0033】

また、図1～図2の例では層を2種類としているが、3種類以上の層を有する構造であっても同様に扱うことができる。

【0034】

次に、発明項4ないし5に記載の拡散フィルム(フィルム(2))について説明する。

【0035】

図5は、フィルム(2)の1例を示す模式図である。また、図5の要部を拡大して図6に示す。フィルム(2)2は、以下に述べる構造を有することで、入射光拡散角度領域 θ_{in} から入射した光を出射光拡散角度領域 θ_{out} に拡散させることができる。なお、フィルム(2)2の厚さLの方向に平行にz軸をとり、z軸に垂直な面内で互いに直交するx軸、y軸をとった。

【0036】

フィルム(2)2は、フィルム厚さ方向の一部に、z方向と傾き角度 θ (フィルム(1)の平均傾き角度と同じ記号 θ を用いる)をなす界面で区切られた厚さ b_1 の層2₁がy方向に複数重なった構造を有する。層2₁は、層厚さ方向に集光能力を発現する屈折率分布を有する光導波路をなす。なお、層2₁以外のフィルム(2)部分は一定の屈折率 n_g を有する。ここで、入射光を均一に拡散させるための層の厚さ b_1 の条件は、フィルム(2)の厚さLを用いて以下のように表される。

【0037】

$$L \geq 10 \times b_1$$

z方向に対する層2₁の相互界面の角度(層の角度) θ は 0° (層2₁の延長方向がフィルム面に垂直)であってもよい。層2₁の層長さ(フィルム厚さ方向の長さ)を $L_{zmin} \sim L_{zmax}$ とする。図6に示すように、z軸、y軸をx軸の回りに角度 θ だけ回転させたものをa軸、b軸とする。すなわちb軸は層の厚さ方向に平行、a軸はb軸とx軸に垂直である。

【0038】

層厚さ方向に集光能力を発現する屈折率分布関数の例としては、図7に示すようなものが挙げられる。図7(a)は、次式で表される屈折率分布を有するグラジエントインデック

ス型光導波路に該当する。

【0039】

$$n(b) = n_1 \times (1 - (A/2) \times b^2), \quad -b_1/2 \leq b \leq b_1/2, \quad A: \text{係数} \dots (6)$$

ここで、入射光を均一に拡散させるための層長さの条件は、層傾き角度 θ 、層長さの最大値 $L_{z\max}$ 、最小値 $L_{z\min}$ および光導波路のピッチ P を用いて次式で表される。

【0040】

$$L_{z\max} - L_{z\min} \geq (P/2) \times \cos \theta \quad \dots (7)$$

$$P = 2 \times \pi / \sqrt{A} \quad \dots (8)$$

$$A = (8/b_1^2) \times (n_1 - n_2) / n_1 \quad \dots (9)$$

このとき、層長さの存在確率は図8に示すようにトップハット型に分布するのが理想であるが、実際には完全なトップハット型とするのは困難であるから、本発明では、 $L_{z\min} \sim L_{z\max}$ の範囲での層長さの存在確率が、その分布曲線において、プラトー部の存在確率がその平均値の $\pm 40\%$ 以内ではらつくこと、および立上り部と立下り部の各変域幅が分布曲線全体の最尤半値幅の $\pm 30\%$ 以内ではらつくことを許容し、略トップハット型に分布するものと規定した。

【0041】

以上の条件を満たすフィルム(2)では、これに入射光拡散角度領域から入射した光は出射光拡散角度領域に略一様な光強度で拡散される。

【0042】

ここで、入射光拡散角度領域 θ_{in} は以下の式で表される。

【0043】

$$\theta_{NA2} \leq \theta_{in} \leq \theta_{NA1} \quad \dots (10)$$

$$\theta_{NA1} = \sin^{-1} \{n_g \times \sin(\theta + \theta_{g1})\} \quad \dots (11)$$

$$\theta_{NA2} = \sin^{-1} \{n_g \times \sin(\theta - \theta_{g1})\} \quad \dots (12)$$

$$\sin \theta_{g1} = (n_1/n_g) \times \sin \{ \tan^{-1}(n_1 \times \sqrt{A} \times b_1/2) \} \quad \dots (13)$$

また、出射光拡散角度領域 θ_{out} は以下のように表される。

【0044】

$$\theta_{NA2} \leq \theta_{out} \leq \theta_{NA1} \quad \dots (14)$$

以上の入射角と出射角の関係を図9に示す。

【0045】

図7(a)の屈折率分布をもつグラジエントインデックス型光導波路に入射した光は、導波路内部において、

$$\theta - \tan^{-1}(n_1 \times \sqrt{A} \times b_1/2) \sim \theta + \tan^{-1}(n_1 \times \sqrt{A} \times b_1/2) \quad \dots (15)$$

の範囲で進行方向を変えながら伝搬することから、層長さの存在確率の違いにより拡散光強度分布特性が決定される。

【0046】

上記のように、フィルム(2)の1形態では、グラジエントインデックス型光導波路がアレイ構造をなし、光導波路の長さ方向の位置により光の伝搬方向が異なるため、導波路の長さがはらついている場合導波路ごとの出射端面での出射角度が変化し、光の拡散が発現する。このため導波路内部での伝搬方向の変化が導波路長さに対して線形であるとき、長さのバラツキが均一であることによりトップハット的な光の拡散特性が実現する。

【0047】

ここで、このメカニズムを解析する式の導出と説明を行う。

【0048】

まず、光導波路の1つに着目する。図16に示すように、光導波路の中心から対称に、屈折率分布関数が、2次関数

$$n(r) = n_1 \times (1 - A/2 \times r^2) \quad \dots (B1)$$

で与えられるとする。ここで、 n_1 は中心軸上の屈折率、 A は屈折率分布定数、 r は中心からの距離である。光導波路の厚さ方向の両界面位置座標 $\pm b_1/2$ での屈折率を n_2 と

すれば、 $A = (8/b_1^2) \times (n_1 - n_2) / n_1$ である。

【0049】

図17に示すように、グラジエントインデックス型光導波路の中心にz軸をとり、光の入射面の位置を $z = z_1$ とする。このz軸からの距離が r である。光の入射面の位置でのz軸からの距離を r_1 、この位置での光導波路内の光線の方角を、 $r_1^* = dr_1/dz = \tan \theta_1$ とする。同様に、光の出射面においても、その位置を $z = z_2$ とし、z軸からの距離を r_2 、この位置での光導波路内の光線の方角を、 $r_2^* = dr_2/dz = \tan \theta_2$ とする。

【0050】

光入射面の光線の位置と方向を表すベクトル（入力ベクトル） (r_1, r_1^*) と光出射面の光線の位置と方向を表すベクトル（出力ベクトル） (r_2, r_2^*) の間には次式(B2)式の関係が成り立つ。

【0051】

$$\begin{bmatrix} r_2 \\ r_2^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \{ \sqrt{A} \times (z_2 - z_1) \} & \sin \{ \sqrt{A} \times (z_2 - z_1) \} / (n_1 \times \sqrt{A}) \\ -n_1 \times \sqrt{A} \times \sin \{ \sqrt{A} \times (z_2 - z_1) \} & \cos \{ \sqrt{A} \times (z_2 - z_1) \} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_1^* \end{bmatrix} \dots\dots (B2)$$

【 0 0 5 2】

(B2) 式は光の入射位置 r_1 とその位置での光線の方角 r_1^* によらず、ある一定の距

離だけ z 軸方向に進むと、 z 軸からの距離とその位置での光線方向が周期的に元の状態に戻ることを意味している。この周期的に元の状態に戻る z 軸方向の距離がグラジエントインデックス型光導波路のピッチ (P) である。簡単のために入射面の位置を $z_1 = 0$ とすると、(B2) 式は次式 (B3) 式となる。

【0053】

【数2】

$$\begin{pmatrix} r_2 \\ r_2^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\sqrt{A} \times z_2) & \sin(\sqrt{A} \times z_2) / (n_1 \times \sqrt{A}) \\ -n_1 \times \sqrt{A} \times \sin(\sqrt{A} \times z_2) & \cos(\sqrt{A} \times z_2) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_1 \\ r_1^* \end{pmatrix} \quad \dots (B3)$$

【0054】

(B3) 式よりピッチ (P) を求める。(B3) 式中の 2×2 行列の成分は \sin と \cos の関数であるため、 $\sqrt{A} \times z_2$ が 2π 変化すると光線の位置と方向が元に戻るため、ピッチ (P) は次式より求まる。

【0055】

$$\sqrt{A} \times P = 2\pi \quad \dots (B4)$$

$$\text{よって、} \quad P = 2\pi / \sqrt{A} \quad \dots (B5)$$

次に、開口数 NA (Numerical Aperture) の計算を行う。この NA はグラジエントインデックス型光導波路を伝搬できる光線と光軸との角度のうち、最大の角度で与えられる。 NA を求めるため、図18に示すように、グラジエントインデックス型光導波路の長さ z_2 を $P/4$ とし、入射光線を $z_1 = 0$ の面で光線位置 $r_1 = b_1/2$ (光導波路の厚さ方向の端)、光線方向を光軸と平行とする ($r_1^* = dr_1/dz = \tan \theta_1 = 0$)。

【0056】

よって、入力ベクトル ($r_1 \ r_1^*$) は次式 (B6) 式となる。

【0057】

【数3】

$$\begin{pmatrix} r_1 \\ r_1^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1/2 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \dots (B6)$$

【0058】

出力ベクトル ($r_2 \ r_2^*$) は、グラジエントインデックス型光導波路の長さ $z_2 = P/4$ で、入射光が光軸と平行であるため $r_2 = 0$ となるので、次式 (B7) 式で与えられる。

【0059】

【数4】

$$\begin{pmatrix} r_2 \\ r_2^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ r_2^* \end{pmatrix} \quad \dots (B7)$$

【0060】

(B5) 式より $P = 2\pi / \sqrt{A}$ を用いると、 $z_2 = P/4$ は次式となる。

【0061】

$$z_2 = P/4 = \pi / (2 \times \sqrt{A}) \quad \dots (B8)$$

(B6)、(B7)、(B8) 式を (B3) 式へ代入し、整理すると次式 (B9) 式となる。

【0062】

【数 5】

$$\begin{pmatrix} r_2 \\ r_2^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1/(n_1 \times \sqrt{A}) \\ -n_1 \times \sqrt{A} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_1/2 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \dots (B9)$$

【0 0 6 3】

(B9)式より、光導波路内での出射面における光軸との角度 θ_{NA0} は次式より与えられる。

【0 0 6 4】

$$r_2^* = \tan \theta_{NA0} = -n_1 \times \sqrt{A} \times b_1/2 \quad \dots (B10)$$

よって、(B10)式より、 θ_{NA0} を正の値とすると、 θ_{NA0} は次式で与えられる。

【0 0 6 5】

$$\theta_{NA0} = \tan^{-1}(n_1 \times \sqrt{A} \times b_1/2) \quad \dots (B11)$$

この光の空気層への出射角 θ'_{NA0} は、光軸上の出射面にスネル則を適用して、次式の関係を満たす。

【0 0 6 6】

$$n_{air} \times \sin \theta'_{NA0} = n_1 \times \sin \theta_{NA0} \quad \dots (B12)$$

ここで、 n_{air} は空気の屈折率である。

【0 0 6 7】

(B11)と(B12)式より、このグラジエントインデックス型光導波路のNAは次式で与えられる。

【0 0 6 8】

$$NA = \sin \theta'_{NA0} = (n_1/n_{air}) \times \sin \{ \tan^{-1}(n_1 \times \sqrt{A} \times b_1/2) \} \quad \dots (B13)$$

よって、グラジエントインデックス型光導波路長さのバラツキ $L_{zmax} - L_{zmin}$ が $P/2$ より大きく、均一にバラツいている場合、(B13)式で与えられるNAの角度 $\pm \theta'_{NA0}$ 内でトップハットの的な光の拡散が発現することになる。

【0 0 6 9】

以上の解析は、グラジエントインデックス型光導波路の光軸がフィルム面の法線と一致している場合についてのものである。

【0 0 7 0】

次に、光軸がフィルム面の法線と角度 θ だけ傾いた場合の解析を行う。図19に示すように、フィルム内で θ だけ傾いたグラジエントインデックス型光導波路が存在すると、光導波路の入射側と出射側に、同じ頂角のプリズムが逆向きに設置された光学系となる。この光学系のNAを求めれば、 θ だけ傾いたグラジエントインデックス型光導波路により構成されるフィルムのトップハット特性を記述できる。

【0 0 7 1】

図19に示す光学系は入射側と出射側とが同じ構造であるので、出射側で解析する。図19中の θ_{NA0} は(B11)式で与えられるものである。グラジエントインデックス型光導波路の光軸と、出射側プリズムとの境界部にスネル則を適用すると次式を得る。

【0 0 7 2】

$$n_1 \times \sin \theta_{NA0} = n_g \times \sin \theta_{g1} \quad \dots (B14)$$

ここで、 n_g はプリズムの屈折率である。

【0 0 7 3】

次に、上側へ進行する光線₁に着目し、この光線がプリズムから空気層へ出射する境界にスネル則を適用すると次式を得る。

【0 0 7 4】

$$n_g \times \sin(\theta + \theta_{g1}) = n_{air} \times \sin \theta_{NA1} \quad \dots (B15)$$

次に、下側へ進行する光線₂に着目し、プリズムから空気層へ出射する境界にスネル則

を適用すると次式を得る。

【0075】

$$n_g \times \sin(\theta - \theta_{g1}) = n_{air} \times \sin \theta_{NA2} \quad \dots (B16)$$

(B11)式の θ_{NA0} を(B14)式に代入し、 $\sin \theta_{g1}$ を求めると次式を得る。

【0076】

$$\sin \theta_{g1} = (n_1/n_g) \times \sin \{ \tan^{-1}(n_1 \times \sqrt{A} \times b_1/2) \} \quad \dots (B17)$$

$n_{air} = 1.0$ として、(B15)、(B16)式より θ_{NA1} と θ_{NA2} を求めるとそれぞれ次式として与えられる。

【0077】

$$\theta_{NA1} = \sin^{-1} \{ n_g \times \sin(\theta + \theta_{g1}) \} \quad \dots (B18)$$

$$\theta_{NA2} = \sin^{-1} \{ n_g \times \sin(\theta - \theta_{g1}) \} \quad \dots (B19)$$

よって、この光学系は入射側と出射側は同じ構造なので、入出力のNAの角度はそれぞれ次式のようになる。

【0078】

$$\theta_{NA2} \leq \theta_{in} \leq \theta_{NA1} \quad \dots (B20), \quad \theta_{NA2} \leq \theta_{out} \leq \theta_{NA1} \quad \dots (B21)$$

光導波路内の光の蛇行する角は、光軸が θ 傾いているので、 $\theta - \theta_{NA0} \sim \theta + \theta_{NA0}$ となる。これに(B11)式の θ_{NA0} を代入する次式となる。

【0079】

$$\theta - \tan^{-1}(n_1 \times \sqrt{A} \times b_1/2) \sim \theta + \tan^{-1}(n_1 \times \sqrt{A} \times b_1/2) \quad \dots (B22)$$

また、光軸が θ 傾いているため、バラツキの長さは、 $\theta = 0^\circ$ の時の $\cos \theta$ 倍に変わるため、 $L_{zmax} - L_{zmin}$ は次式で与えられる。

【0080】

$$L_{zmax} - L_{zmin} \geq (P/2) \times \cos \theta \quad \dots (B24)$$

以上で、フィルム(2)の層が図7(a)の屈折率分布を有するものについての式の導出および説明を終了する。

【0081】

一方、図7(b)の屈折率分布は、グラジエントインデックス型光導波路のそれとはいくぶん異なるが、これも層厚さ方向に集光能力(入射光を層内部に留めようとする集光能力)を発現しうるので、グラジエントインデックス型光導波路の場合と同様に扱うことができ、層長さの存在確率を変化させることで、所望の拡散光強度分布特性を得ることが可能である。

【0082】

また、フィルムの場所ごとに異なる屈折率分布を有するグラジエントインデックス型光導波路が形成された場合であっても、同様に扱うことが可能である。

【0083】

フィルム(2)では層内部での光の伝搬方向と層長さの存在確率により出射光の拡散光強度分布特性が決定される。上記例では入射光をトップハットの的な光強度分布で拡散させるために層長さの存在確率をトップハット型に分布するものとしたが、同様の物理法則に則った議論により層内部の屈折率分布および存在確率のいずれか一方または両方を変化させることで、トップハットの的なもの以外(例えば台形型、ガウス分布型等)の所望の拡散光強度分布特性を得ることが可能である。

【0084】

なお、図5～6では層傾き角度にはらつきを有さないフィルムを示したが、面内方向で層傾き角度をはらつかせ、フィルム(1)の場合と同様に層傾き角度存在確率を変化させることで、所望の拡散光強度分布特性を得ることが可能である。

【0085】

また、図5、図6の例ではフィルム面を平面としたが、フィルム面が曲面である場合についても、曲面を微小な平面の集まりと考えることで同様に扱うことが可能である。

【0086】

また、図5、図6では、隣り合う層が接触する場合を示したが、隣り合う層が多少離れている場合でも同様に扱うことができる。ただし、この場合は、入射光の一部は層内部を伝搬せずにフィルム(2)内部の屈折率一定(n_g)の部分を進むため、直進透過光の割合が大きくなる。

【0087】

また、図5、図6では一方の側のフィルム面を入射側としたが、その反対側のフィルム面を入射側とした場合でも同様に扱うことができる。

【0088】

次に、発明項6ないし7に記載の拡散フィルム(フィルム(3)、フィルム(4)、フィルム(5))について説明する。これらは、フィルム(1)の構造とフィルム(2)の構造とが組合わさった構造を有する。

【0089】

図12(a)はフィルム(3)の1例を示す模式図である。同図に示されるように、フィルム(3)3は、フィルム(1)と同じ構造の部分3₁とフィルム(2)と同じ構造の部分3₂とが、フィルム厚さ方向に混在する構造を有するものである。

【0090】

図12(b)はフィルム(4)の1例を示す模式図である。同図に示されるように、フィルム(4)4は、フィルム(1)と同じ構造の部分4₁とフィルム(2)と同じ構造の部分4₂とが、フィルム面内方向に混在する構造を有するものである。

【0091】

図12(c)はフィルム(5)の1例を示す模式図である。同図に示されるように、フィルム(5)5は、フィルム(1)の構造とフィルム(2)の構造とが融合してなる構造5_Aを有するものである。

【0092】

図12に例示したいずれの拡散フィルムにおいても、それぞれフィルム(1)、フィルム(2)に分解して扱うことができ、入射光拡散角度領域はそれぞれのフィルムの重ね合せにより導かれる。

【0093】

次に、本発明のスクリーンに用いる拡散フィルムの製造方法について述べる。

【0094】

この拡散フィルムは、異なる屈折率を有する少なくとも2種類の光重合可能なモノマーあるいはオリゴマーからなる混合物に2方向以上の方向から光を照射し硬化させることで得られる。この光の照射条件は、本発明の要件が満たされる適正条件とするが、この適正条件は実験で決定される。

【0095】

ここで、光重合可能なモノマーあるいはオリゴマーとは、分子内にアクリロイル基、メタアクリロイル基、ビニル基などの重合可能な基を1個以上有するモノマーまたはオリゴマーである。これら化合物の複数の混合物を基板上に塗布するかまたはセル中に封入し膜状とし、2方向以上の方向から光を照射しながら徐々に硬化させる。

【0096】

照射する光はモノマーあるいはオリゴマーを含有する組成物を硬化させるものであればどのような波長でもよく、例えば可視光線および紫外線等がよく用いられる。

【0097】

紫外線は水銀ランプやメタルハライドランプ等を用いて照射されるが、棒状ランプを用いた場合はその照射条件を調整することにより、生成したシート状の硬化物に光源の長軸と短軸方向に対し異方性を発現させ、光源の長軸方向を軸として回転させた場合のみ光を拡散させることができる。

【0098】

2方向以上の方向からの光は、硬化時の硬化試料表面に対する光の入射角度を変えるた

めに用いられる。隣り合う2つの光源から試料に入射する角度差が 50° 以上である場合、拡散フィルムの拡散角度領域が狭くなってしまうため、 50° 以内、好ましくは 30° 以内である。

【実施例1】

【0099】

実施例1に用いた拡散フィルムは、フィルム(1)に該当し、図20に示すように、構造的には入射側部分と出射側部分とに分かれている。入射側部分は、y方向に交互に積層した2種の層の屈折率 n_1 と n_2 の差が比較的小さく、層傾き角度のバラツキの大きい、ステップインデックス型光導波路に相当する層アレイからなる。一方、出射側部分は、y方向に交互に積層した2種の層の屈折率 n_1 と n_2 の差が比較的大きく、層傾き角度のバラツキがほとんどなく、その層傾き角度はフィルムの法線に対し -3° である、ステップインデックス型光導波路に相当する層アレイからなる。なお、この拡散フィルムは、 $y_{\max}=4\mu\text{m}$ 、 $L=300\mu\text{m}$ であり、発明項3の要件($L\geq 10\times y_{\max}$)を満たしている。

【0100】

入射側部分の屈折率は、 $n_1=1.5325$ 、 $n_2=1.5275$ 、屈折率差 $\Delta n=n_1-n_2=0.005$ 、層傾き角度の分布は、図13に測定結果の例を示し、図20にその概要を示すように、 $0^\circ\sim+6.5^\circ$ の略均一にバラツいた第1成分と、 0° に集中的に存在する第2成分との2要素からなる。図13、図20における層傾き角度の「頻度」が前述の「存在確率」に相当する。トップハットのな拡散特性を実現しているのが第1成分であり、第2成分が測定結果のピークを形成している。

【0101】

拡散特性を記述する(1)～(4)式に、入射側部分のパラメータ $\theta+\Delta\theta_{\max}=6.5^\circ$ 、 $\theta-\Delta\theta_{\max}=0^\circ$ 、 $n_1=1.5325$ 、 $n_2=1.5275$ を代入して、 θ_1' 、 θ_1'' 、 θ_2' 、 θ_2'' を計算すると、 $\theta_1'=17.2^\circ$ 、 $\theta_1''=7.11^\circ$ 、 $\theta_2'=2.87^\circ$ 、 $\theta_2''=-7.11^\circ$ となる。よって、(5)式より、この入射側部分の出射光拡散角度領域 θ_{out} は、 $-7.11^\circ\leq\theta_{\text{out}}\leq 17.2^\circ$ となる。よって、第1成分により、 $-7.11^\circ\leq\theta_{\text{in}}\leq 17.2^\circ$ の範囲で入射した光は、 $-7.11^\circ\leq\theta_{\text{out}}\leq 17.2^\circ$ の範囲に略一様に拡散することになる。

【0102】

次にこの光が、出射側部分の層アレイに入射することになる。出射側部分の屈折率は、 $n_1=1.55$ 、 $n_2=1.51$ 、屈折率差 $\Delta n=n_1-n_2=0.04$ であり、層傾き角度は -3° でほとんどバラツキはない。

【0103】

入射側部分で $-7.11^\circ\leq\theta_{\text{out}}\leq 17.2^\circ$ の範囲に略一様に拡散した光は、出射側部分をなす $n_1=1.55$ のステップインデックス型光導波路に捕えられ、多重反射を繰り返すことになる。出射側部分の内部では $-4.58^\circ\leq\theta_{\text{in}}\leq 11.0^\circ$ の様に拡散した光となり、層傾き角度が -3° であるので、 $-4.58^\circ\leq\theta_{\text{in}}\leq -3^\circ$ と、 $-3^\circ\leq\theta_{\text{in}}\leq 11.0^\circ$ の角度範囲の光が、 -3° を中心に対称に全反射を繰り返していくことになる。ただし、 $-3^\circ\leq\theta_{\text{in}}\leq 11.0^\circ$ の角度範囲の光のうち、全反射できる角度範囲は、 $n_1=1.55$ 、 $n_2=1.51$ より、 $-3^\circ\leq\theta_{\text{in}}\leq 10.0^\circ$ の範囲の光である。よって、出射側部分の内部では、 $-16.0^\circ\leq\theta_{\text{in}}\leq 11.0^\circ$ の角度範囲で略一様に拡散することになる。この範囲の光が空気層へ出射すると、 $-25.4^\circ\leq\theta_{\text{out}}\leq 17.2^\circ$ の角度範囲で略一様に拡散することになる。これは、測定結果と略一致する。

【0104】

次に、光のピークについて解析する。入射側部分の層傾き角度の分布において、 0° のところに頻度のピークが存在するため、 0° 入射の場合、その入射光はこのピークの影響で 0° のままで入射側部分を抜けていく。この抜けた光が出射側部分に入ると、 -3° の層で全反射し、奇数回反射した場合 -6° 方向へ、偶数回反射した場合 0° 方向へ進むこ

とになり、 0° と -6° の光が生じる。これが空気層に出ると、 0° と -9.32° の方向へ進むことになり、測定結果において 0° と -9.32° にピークが生じている。

【実施例 2】

【0105】

実施例 2 に用いた拡散フィルムは、フィルム (3) に該当し、図 21 に示すように、構造的には入射側部分と出射側部分とに分かれている。入射側部分はグラジエントインデックス型の層アレイで構成され、出射側部分はステップインデックス型の層アレイで構成されている。なお、この拡散フィルムは、それ自体としては上記実施例 1 のそれと同じものであるが、この実施例 2 では、拡散フィルムの入射側部分が、上述のグラジエントインデックス型のモデルにもあてはまり、当該モデルによってもその拡散特性をよく記述できることを示す。

【0106】

入射側部分の層アレイは、導波路の光軸が図 13 の測定例に示すようにバラツキている。なお、光軸がバラツキているとは、光軸とフィルム面の法線とのなす角度（図 13 の層傾き角度に相当）にバラツキがあることを意味する。個々の導波路内の屈折率分布関数は、(6) 式で表されるパラボリックな分布関数であり、パラメータは、 $b_1 = 2 \mu\text{m}$ 、 $n_1 = 1.5325$ 、 $n_2 = 1.5275$ である。よって、(9) 式より、 $A = 6.525 \times 10^9$ であり、(8) 式より、 $P/2 = 38.89 \mu\text{m}$ である。光軸のバラツキは $0^{\circ} \sim 6.5^{\circ}$ であるので、(7) 式は、 $\theta = 0^{\circ}$ で成立すればよく、すなわち $L_{z\text{max}} - L_{z\text{min}} \geq 38.89 \mu\text{m}$ である。本実施例では $L_{z\text{max}} - L_{z\text{min}}$ は、図 21 に示すように $40 \mu\text{m}$ 程度であるので、入射光を均一に拡散させることができる。本実施例の拡散フィルムでは、光軸が $0^{\circ} \sim 6.5^{\circ}$ の範囲にバラツキているが、トップハットの拡散特性のエッジ部を決めるのは、 0° と 6.5° の導波路であるので、 0° と 6.5° の解析を行う。

【0107】

まず、 6.5° の導波路について解析する。導波路内部では (15) 式より導かれる範囲で光は蛇行することになる。よって、この導波路による拡散角は $-0.557^{\circ} \sim 13.56^{\circ}$ である。 $n_1 = n_g$ とすると、この拡散光が、出射側部分をなすステップインデックス型の層アレイへ入射することになる。出射側部分のパラメータは、 $n_1 = 1.55$ 、 $n_2 = 1.51$ 、屈折率差 $\Delta n = n_1 - n_2 = 0.04$ であり、層傾き角度は -3° でほとんどバラツキはない。

【0108】

入射側部分で $-0.557^{\circ} \sim 13.56^{\circ}$ の範囲に一樣に拡散した光は、出射側部分の $n_1 = 1.55$ のステップインデックス型光導波路に捕われ、多重反射を繰り返すことになる。出射側部分の内部では、光は $-0.551^{\circ} \sim 13.4^{\circ}$ の一樣に拡散した光となり、層傾き角度が -3° であるので、 -3° を中心に対称に全反射を繰り返していくことになる。ただし、 $-0.551^{\circ} \sim 13.4^{\circ}$ の角度範囲の光のうち、全反射できる角度範囲の光は、 $n_1 = 1.55$ 、 $n_2 = 1.51$ より、 $-0.551^{\circ} \sim 10^{\circ}$ の角度範囲のみである。よって、出射側部分の内部では、 $-16.0^{\circ} \sim -5.45^{\circ}$ 、 $-0.551^{\circ} \sim 13.4^{\circ}$ の角度範囲で一樣に拡散することになる。 $-5.45^{\circ} \sim -0.551^{\circ}$ の間には光がないが、 $0^{\circ} \sim 6.5^{\circ}$ のグラジエントインデックス型光導波路が間を埋めるため、 $-16^{\circ} \sim 13.4^{\circ}$ の角度範囲で一樣に拡散する。この光が空気層へ出射すると、 $-25.4^{\circ} \sim 21.1^{\circ}$ の角度範囲で一樣に拡散することになる。

【0109】

入射側部分のグラジエントインデックス型導波路が 0° の場合についても同様に解析すると、出射側部分を出た光は、 $-20.4^{\circ} \sim 10.9^{\circ}$ の角度範囲で一樣に拡散することになる。よって、 $-25.4^{\circ} \sim 21.1^{\circ}$ の間に含まれており、 $0^{\circ} \sim 6.5^{\circ}$ の間で光軸のバラツキたグラジエントインデックス型光導波路の層アレイで構成された入射側部分とステップインデックス型光導波路の層アレイで構成された出射側部分との積層モデルでは、 $-25.4^{\circ} \sim 21.1^{\circ}$ の角度範囲で一樣に光を拡散させることになる。

【0110】

次に、光のピークについて解析する。入射側部分の導波路の光軸のバラツキ分布において、 0° のところに頻度のピークが存在するため、 0° の導波路の間に隙間があると擦り抜ける光が存在する。この光は 0° 入射の場合、そのまま出射側部分へ入射することになる。出射側部分の層は -3° 傾いているので、 -3° の層で全反射し、奇数回反射した場合 -6° 方向へ、偶数回反射した場合 0° 方向へ進むことになり、 0° と -6° の光が生じる。これが空気層に出ると、 0° と -9.32° の方向へ進むことになり、測定結果において 0° と -9.32° にピークが生じている。

【産業上の利用可能性】

【0111】

本発明は、リア（またはフロント）プロジェクションディスプレイ用スクリーンの設計・製造に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図1】 フィルム(1)の1例を示す模式図である。

【図2】 フィルム(1)の層傾き角度を示す模式図である。

【図3】 フィルム(1)の層傾き角度が所定の範囲に一樣に分布した状態を示す分布図である。

【図4】 フィルム(1)の入射角と出射角の関係を示す光強度分布図である。

【図5】 フィルム(2)の1例を示す模式図である。

【図6】 図5の要部を拡大して示すフィルム厚さ方向の断面図である。

【図7】 層厚さ方向に集光能力を発現する屈折率分布関数の例を示す図である。

【図8】 フィルム(2)の層長さが所定の範囲に一樣に分布した状態を示す分布図である。

【図9】 フィルム(2)の入射角と出射角の関係を示す光強度分布図である。

【図10】 特定の角度領域内からの入射光を特定の角度領域内に拡散させる拡散フィルムからなるリアプロジェクションディスプレイ用スクリーンの概念図である。

【図11】 図10のスクリーンの拡散特性を示す光強度分布図である。

【図12】 (a)はフィルム(3)の1例、(b)はフィルム(4)の1例、(c)はフィルム(5)の1例を示す模式図である。

【図13】 本発明に用いる拡散フィルムの入射側部分の層傾き角度分布の測定結果の例を示すグラフである。

【図14】 フィルム(1)のモデル式導出の説明図である。

【図15】 フィルム(1)のモデル式導出の説明図である。

【図16】 グラジエントインデックス型光導波路の屈折率分布を示す図である。

【図17】 グラジエントインデックス型光導波路内の光の伝搬を示す図である。

【図18】 NAの計算方法の説明図である。

【図19】 グラジエントインデックス型光導波路の光軸がフィルム面の法線と角度 θ 傾いた場合のNAの計算方法の説明図である。

【図20】 実施例1に用いた拡散フィルムの構造および拡散特性の説明図である。

【図21】 実施例2に用いた拡散フィルムの構造および拡散特性の説明図である。

【符号の説明】

【0113】

1 フィルム(1)

1₁ 層(コア)

1₂ 層(クラッド)

2 フィルム(2)

2₁ 層

3 フィルム(3)

4 フィルム(4)

3₁、4₁ フィルム(1)と同じ構造の部分

3 2、 4 2 フィルム (2) と同じ構造の部分

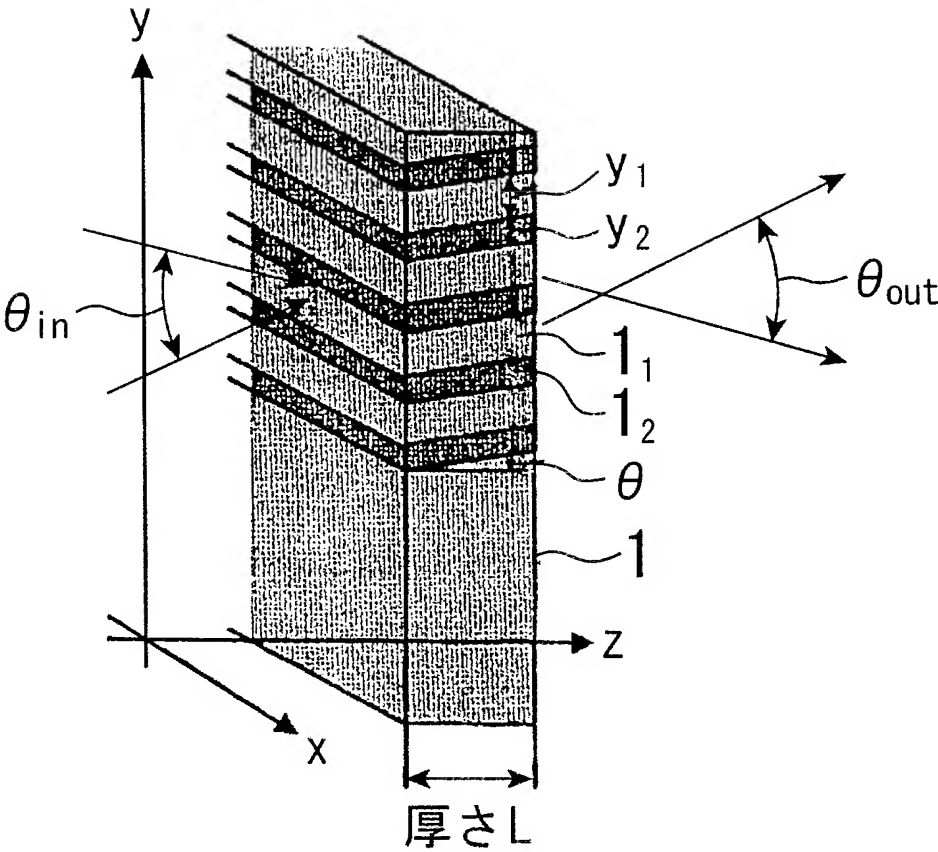
5 フィルム (5)

5 A フィルム (1) の構造とフィルム (2) の構造とが融合してなる構造

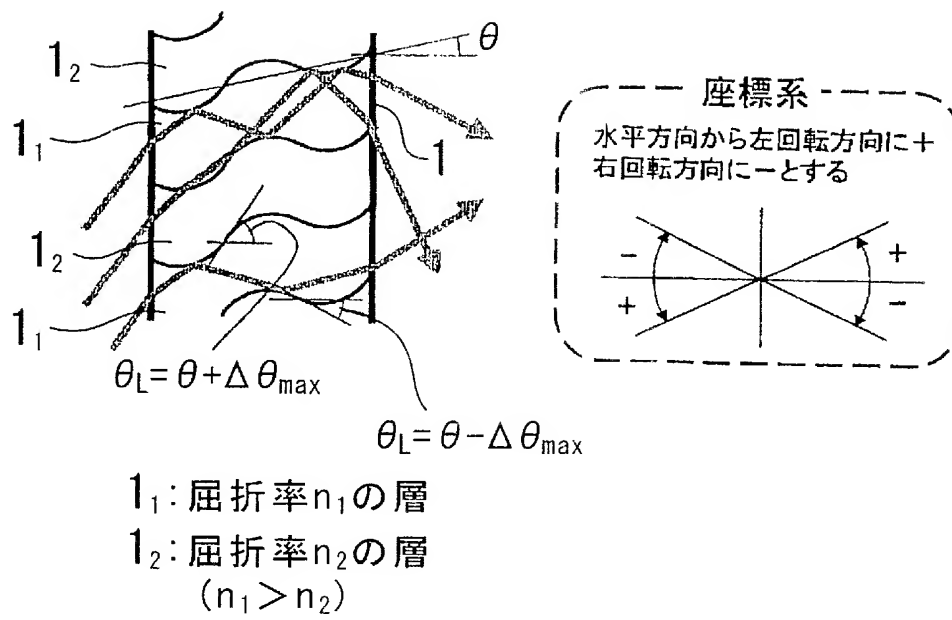
1 0 拡散フィルム (散乱フィルム)

1 1 保護板

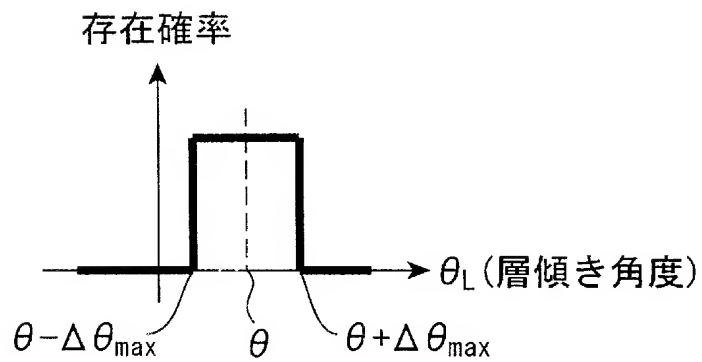
1 2 プロジェクタ



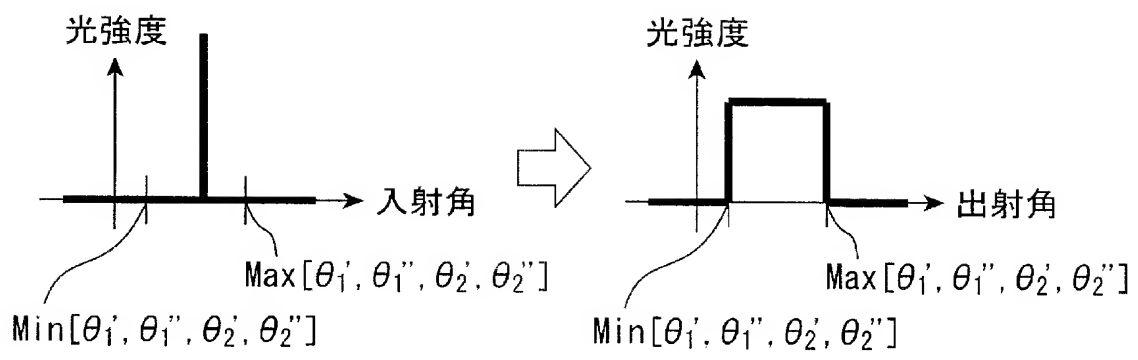
【図 2】



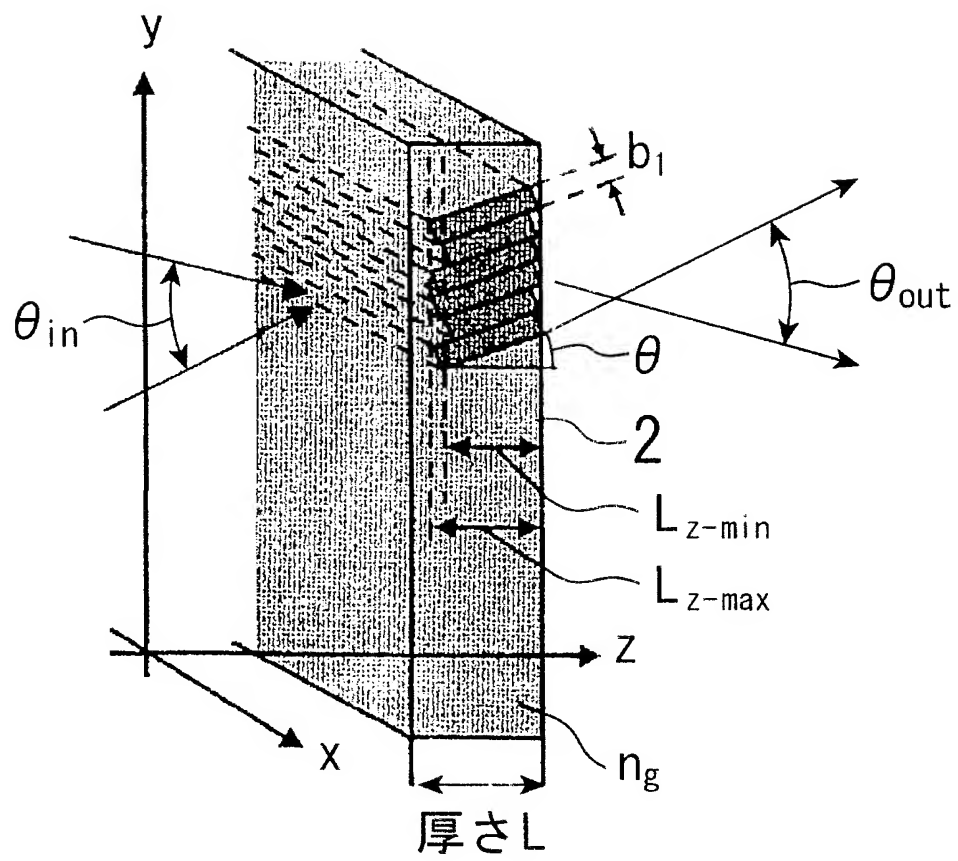
【図 3】



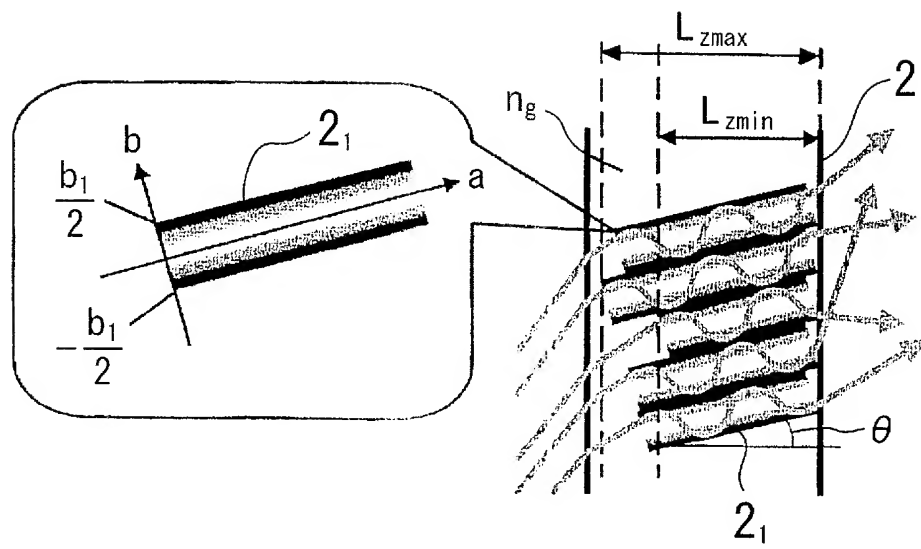
【図 4】



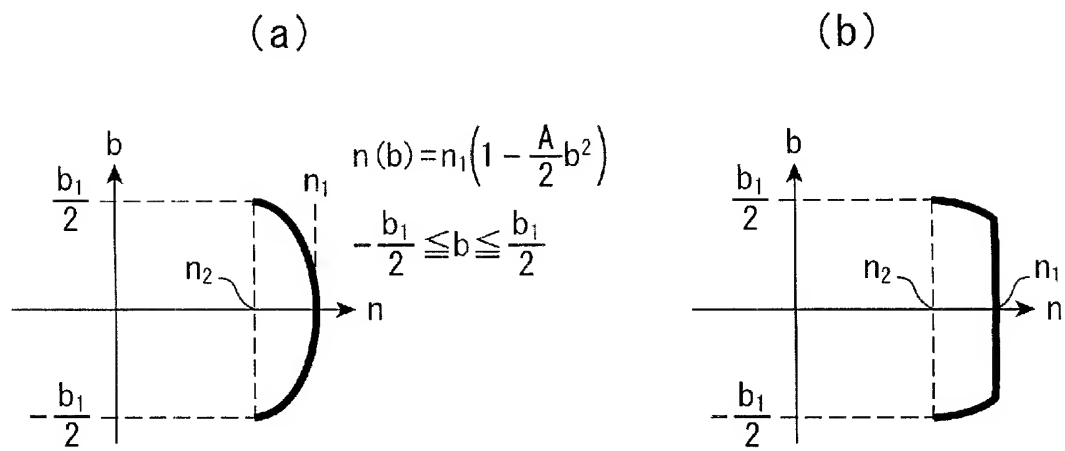
【図 5】



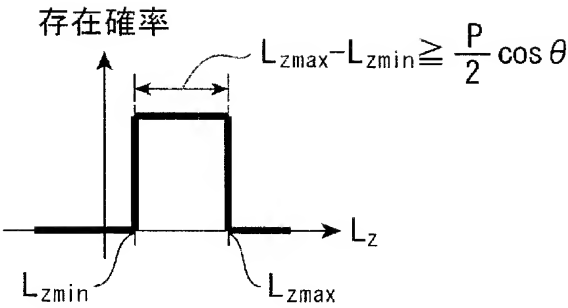
【図 6】



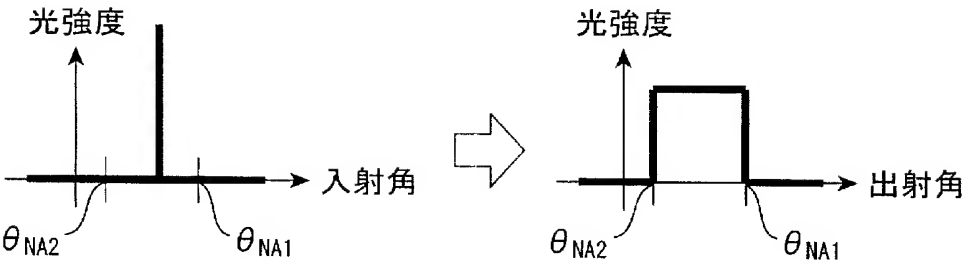
【図 7】



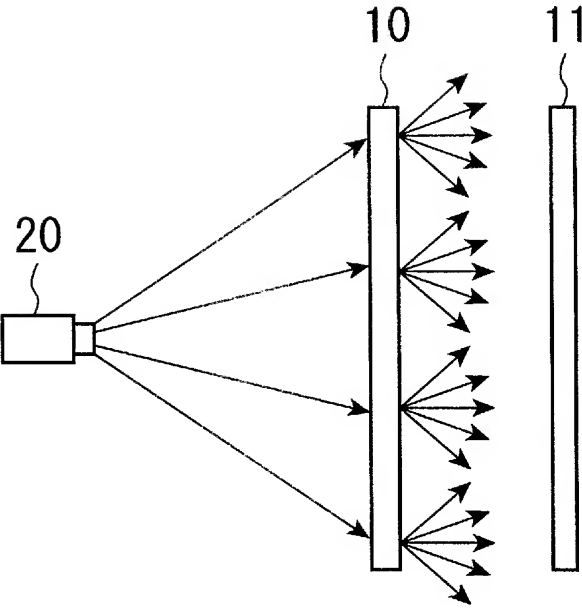
【図 8】

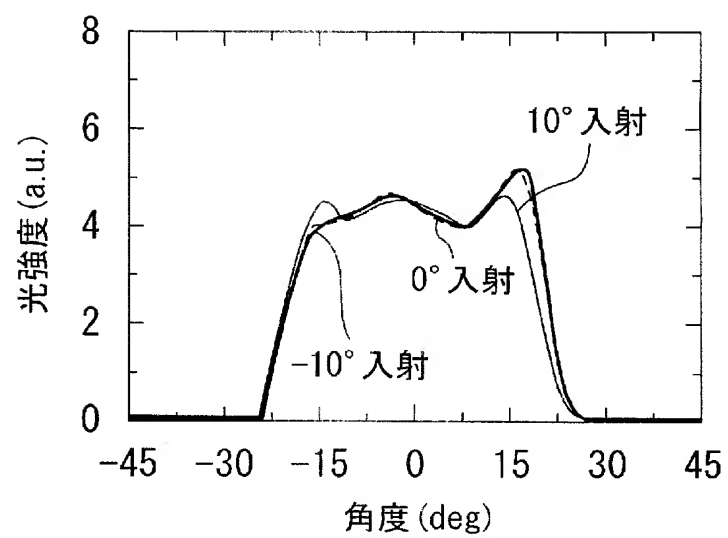


【図 9】

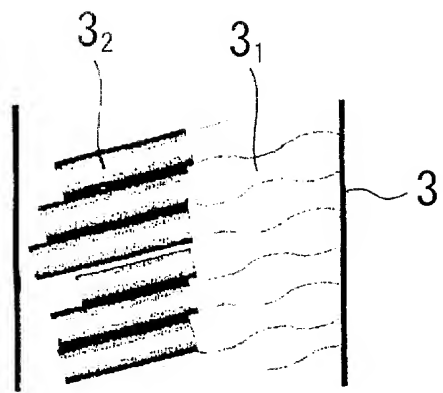


【図 10】

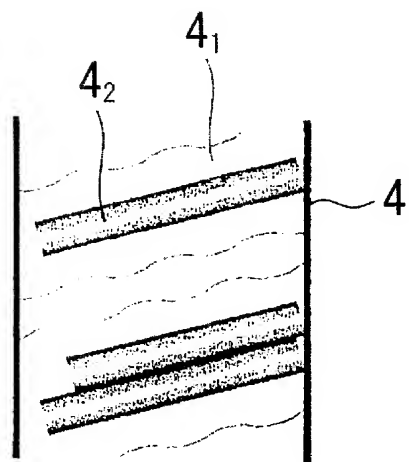




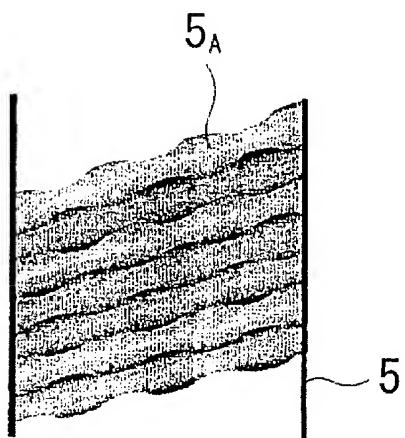
(a)



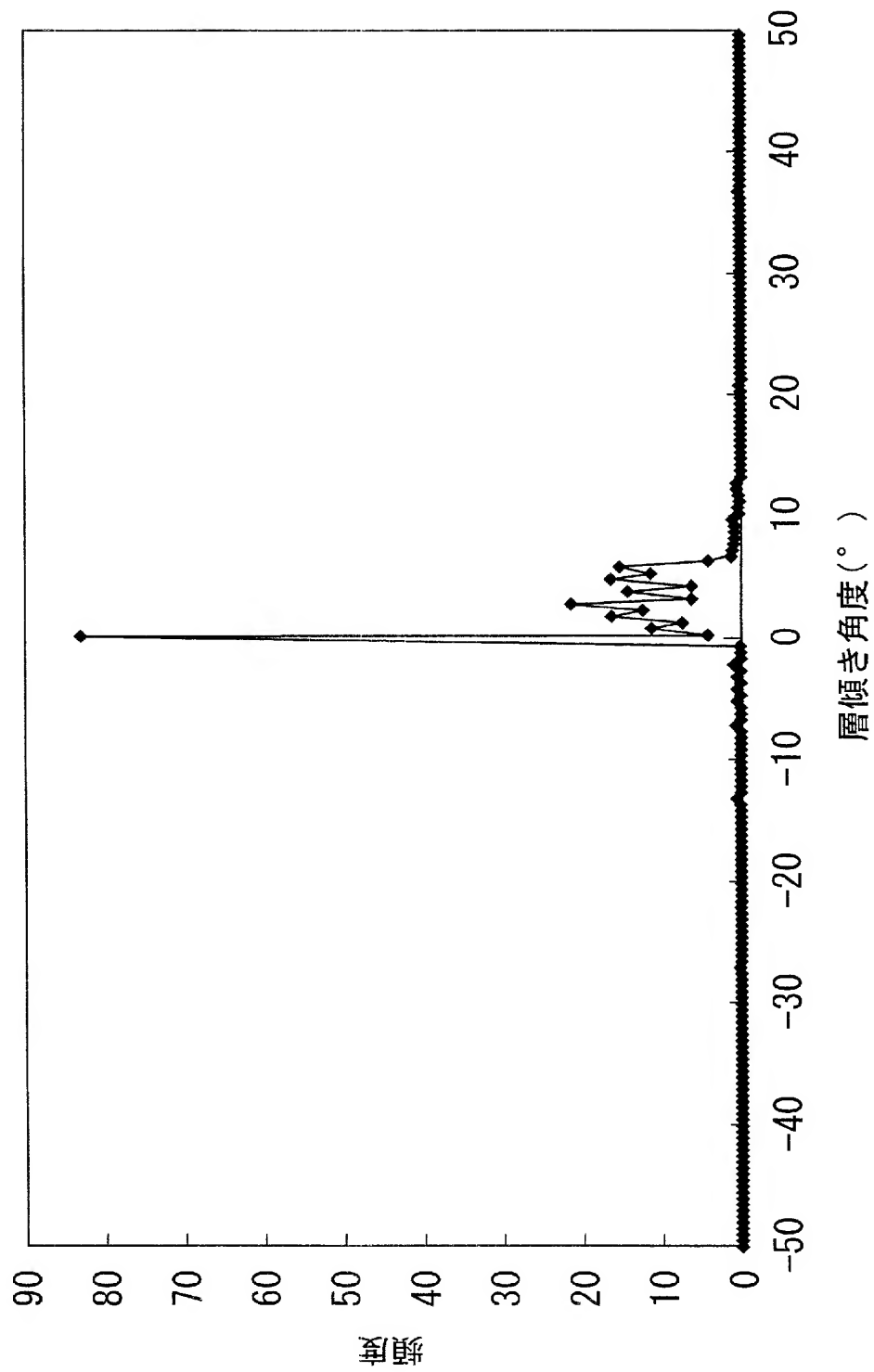
(b)



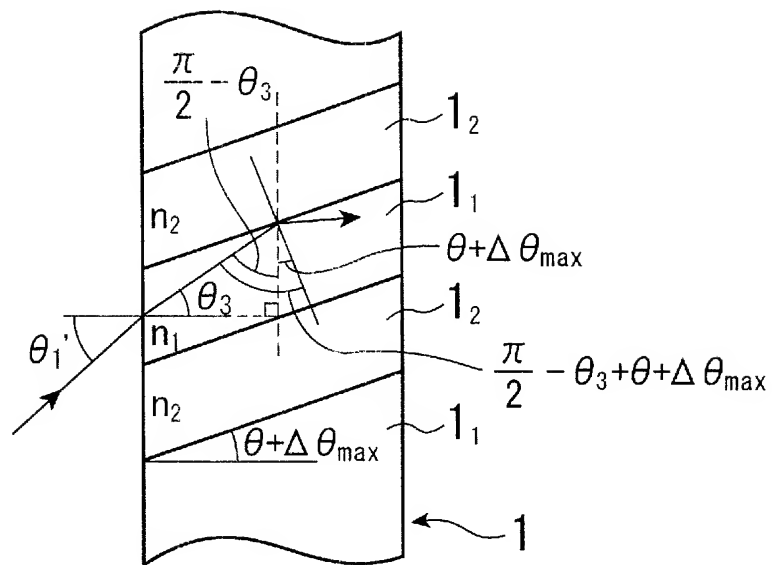
(c)



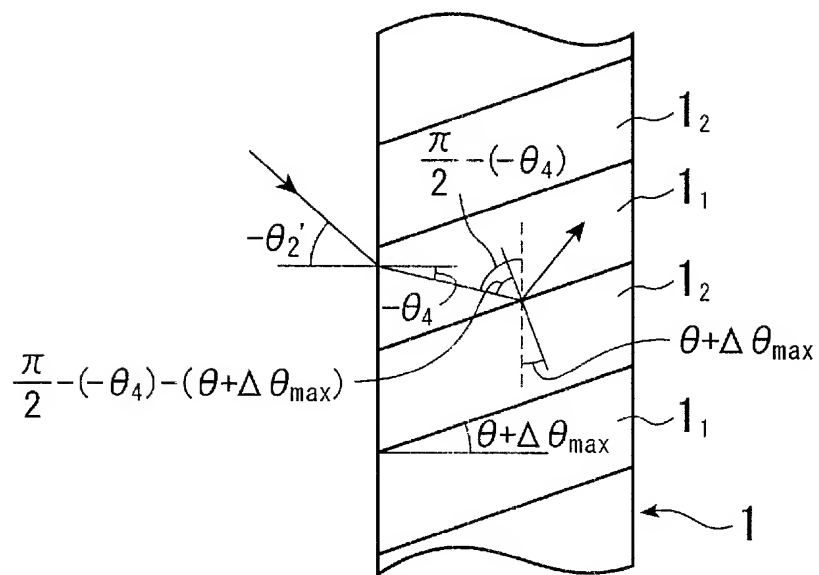
【図 1 3】

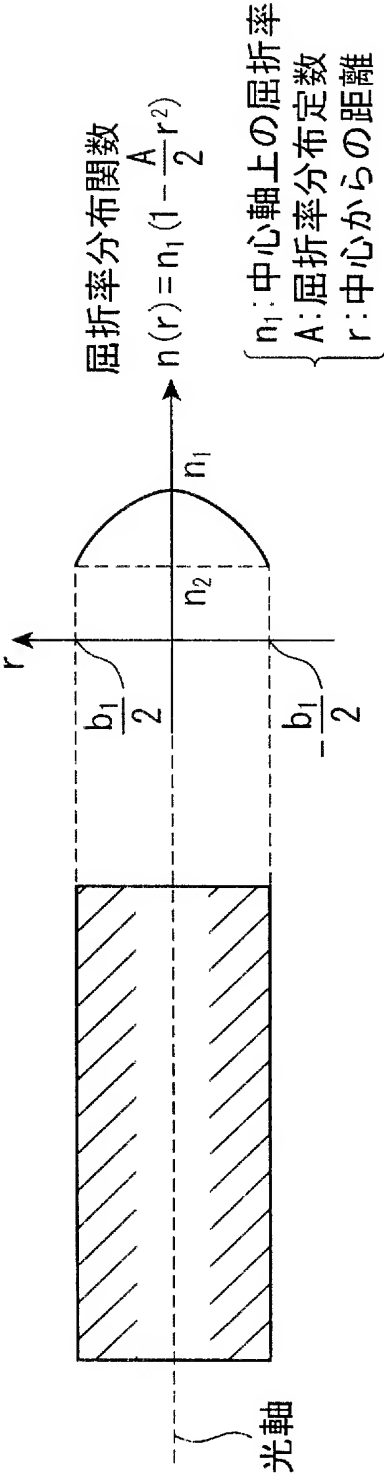


【図 1 4】

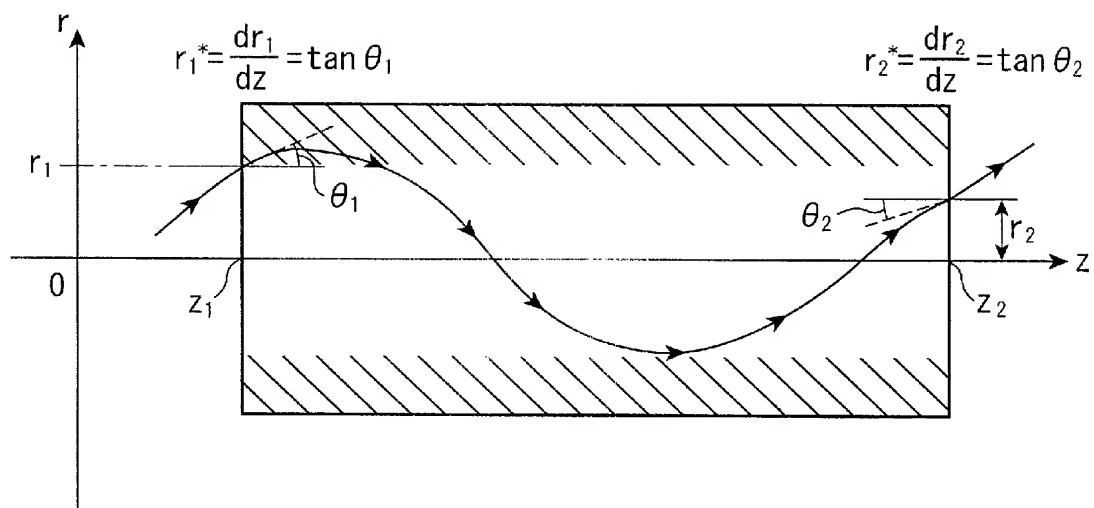


【図 1 5】

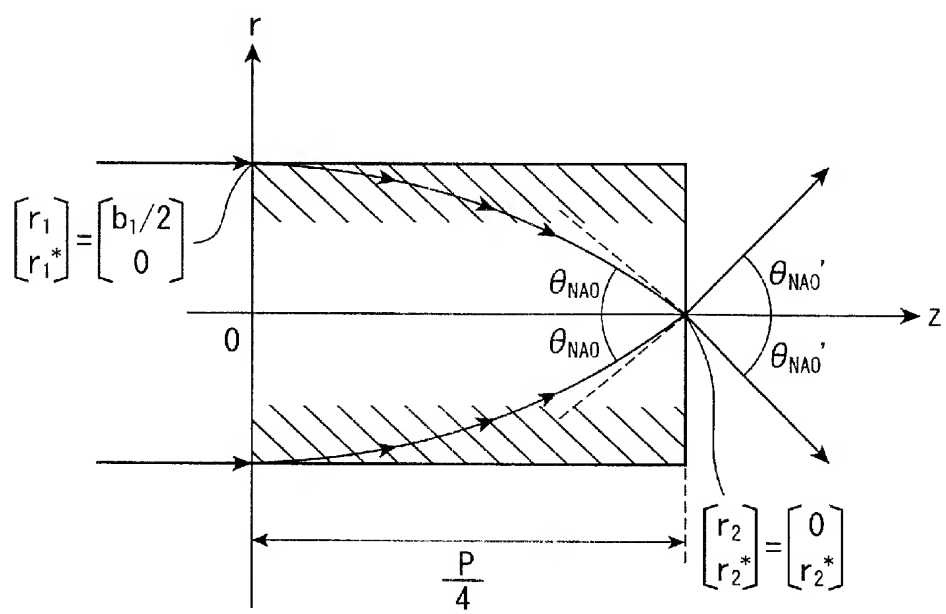


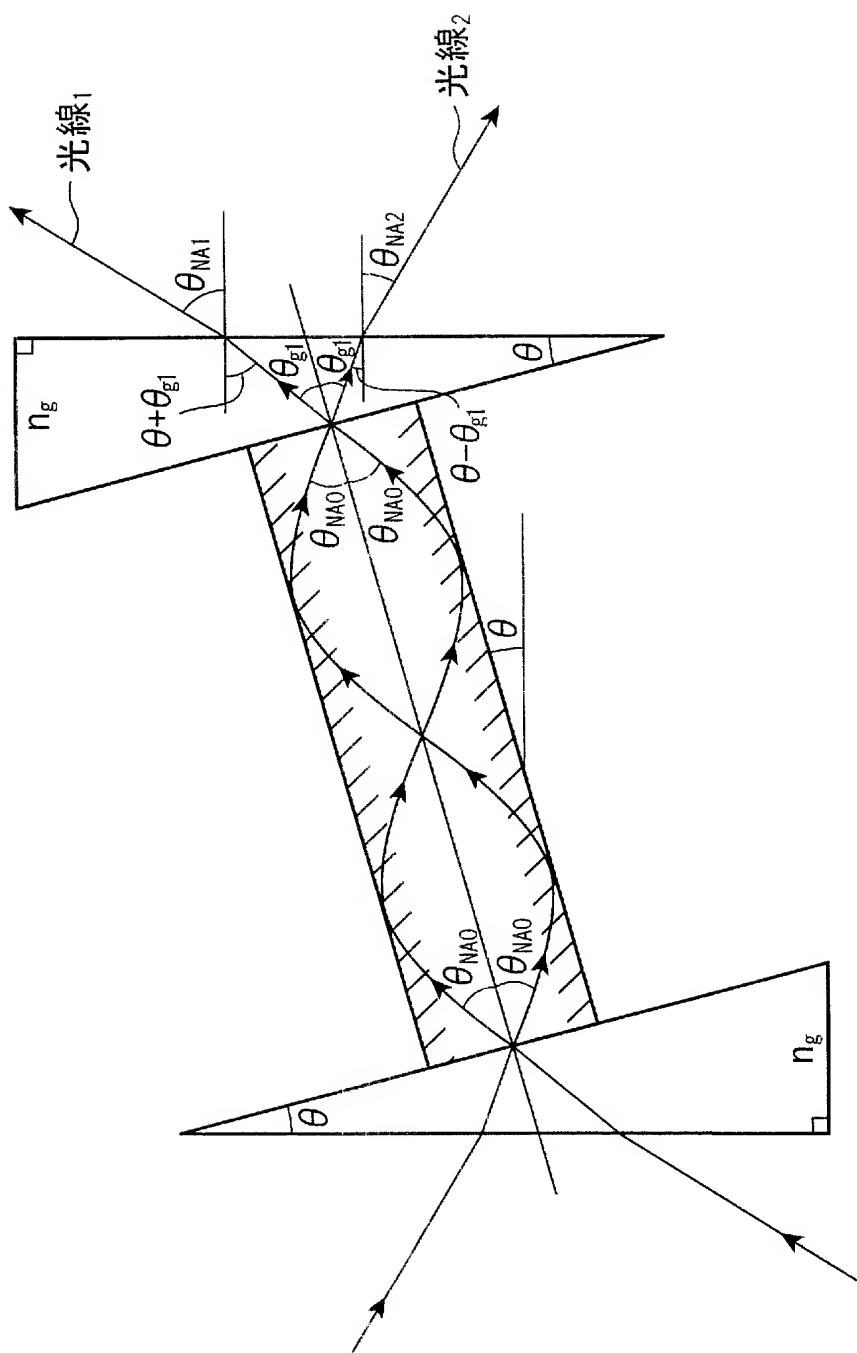


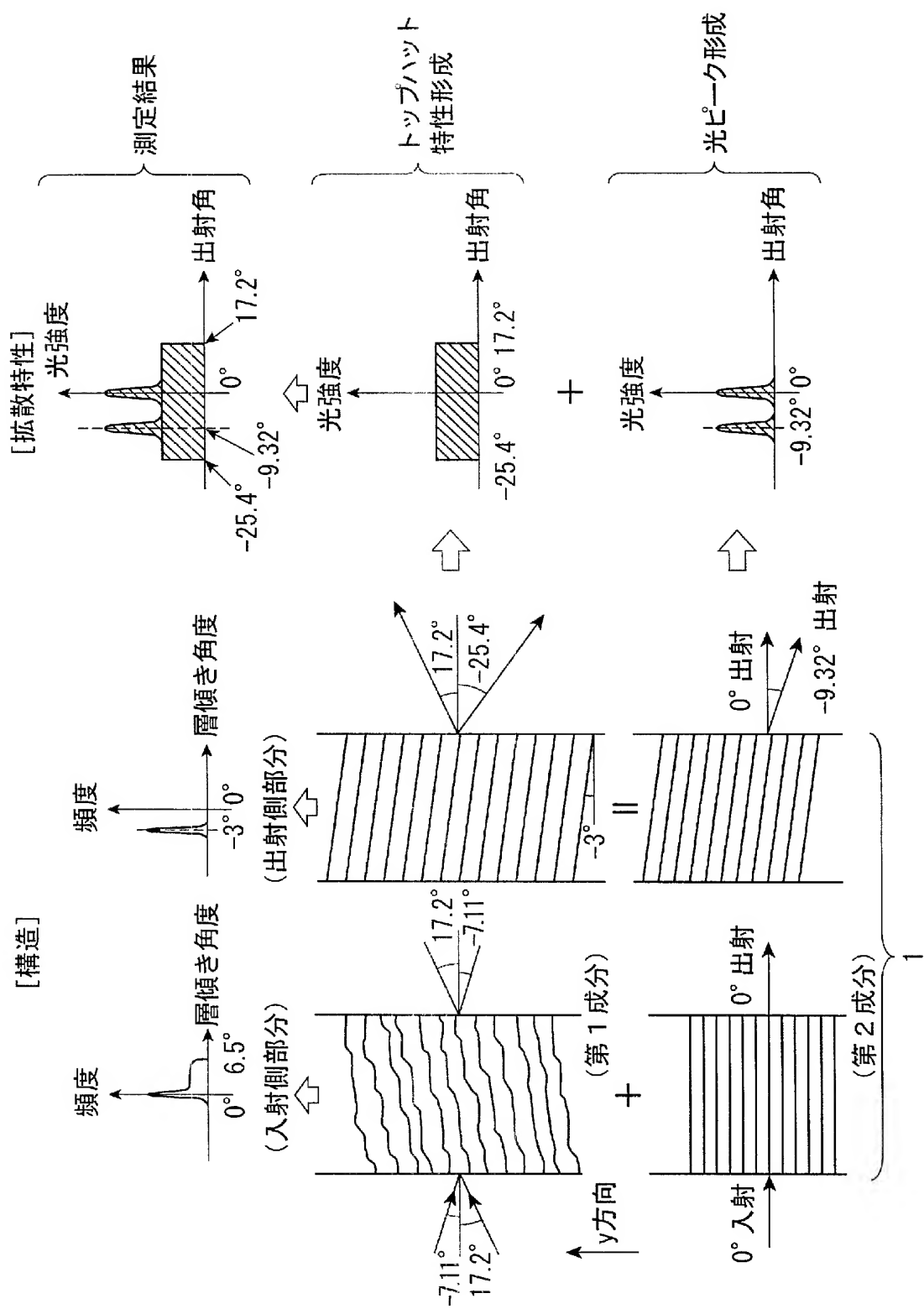
【图 1 7】

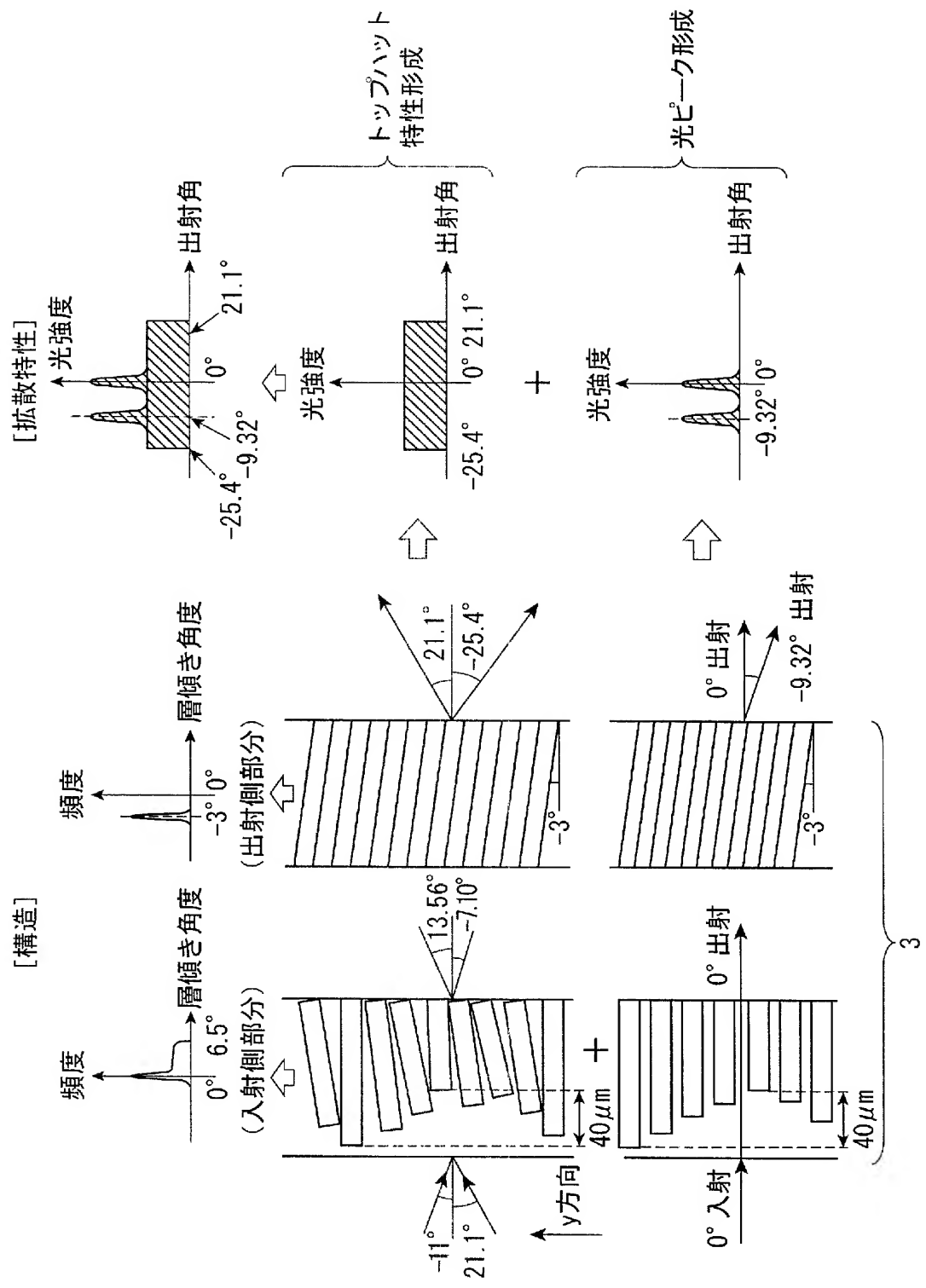


【图 1 8】









【書類名】 要約書

【要 約】

【課 題】 拡散光強度分布特性の任意制御が可能であり、かつ拡散角度領域が特定の角度領域からの入射光に対して変化しない拡散フィルムの実現を目標とし、それをスクリーンとして用いた高品位プロジェクションディスプレイシステムの提供を目指した。

【解決手段】 隣接相互間で異なる屈折率を有して複数のステップインデックス型光導波路をなす複数の層 1_1 、 1_2 が、フィルム面内の一方向に並んだ縞を形成し、フィルム厚さ方向に対して所定の角度範囲に略トップハット型に分布する層傾き角度の方向に延在する構造、または、フィルム厚さ方向の一部に、層厚さ方向に集光能力を発現する屈折率分布を有する光導波路をなす複数の層 2_1 が、所定の範囲に略トップハット型に分布する層長さをもってフィルム厚さ方向または該方向から傾いた方向に延在する構造、または、これらが組み合わさった構造を有する拡散フィルムからなるプロジェクションディスプレイ用スクリーンである。

【選択図】 図 1

【書類名】	手続補正書
【整理番号】	KP160033
【提出日】	平成16年 9月15日
【あて先】	特許庁長官 小川 洋 殿
【事件の表示】	
【出願番号】	特願2004-267170
【補正をする者】	
【識別番号】	504157024
【氏名又は名称】	国立大学法人東北大学
【補正をする者】	
【識別番号】	592235008
【氏名又は名称】	株式会社東北テクノブレインズ
【代理人】	
【識別番号】	100099531
【弁理士】	
【氏名又は名称】	小林 英一
【手続補正1】	
【補正対象書類名】	特許願
【補正対象項目名】	持分の割合
【補正方法】	変更
【補正の内容】	
【持分の割合】	1/5

【書類名】	手続補正書
【整理番号】	KP160033
【提出日】	平成16年11月 1日
【あて先】	特許庁長官 小川 洋 殿
【事件の表示】	
【出願番号】	特願2004-267170
【補正をする者】	
【識別番号】	504157024
【氏名又は名称】	国立大学法人東北大学
【補正をする者】	
【識別番号】	592235008
【氏名又は名称】	株式会社東北テクノブレインズ
【代理人】	
【識別番号】	100099531
【弁理士】	
【氏名又は名称】	小林 英一
【発送番号】	101733
【手続補正1】	
【補正対象書類名】	特許願
【補正対象項目名】	持分証明書
【補正方法】	追加
【補正の内容】	
【提出物件の目録】	
【物件名】	持分証明書 1

【添付書類】



137

持 分 証 明 書

下記発明に関する特許を受ける権利の甲と乙の持分は、甲が4/5、乙が1/5であることを証明する。

記

整理番号 : KP160033

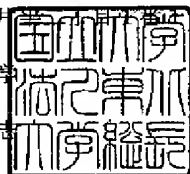
発明の名称 : プロジェクションディスプレイ用スクリーン

平成16年 9月13日

甲 : 宮城県仙台市青葉区片平1-10-10 東北大学

国立大学法人東北大学

代表者 吉本 高志



乙 : 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉無番地

株式会社東北テクノブレインズ

代表者 佐藤 利三郎



出願人履歴

5 0 4 1 5 7 0 2 4

20040420

新規登録

宮城県仙台市青葉区片平2丁目1番1号

国立大学法人東北大学

5 9 2 2 3 5 0 0 8

19921113

新規登録

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉無番地

株式会社東北テクノブレインズ